

天山山脈での日中雪崩共同研究

1. はじめに

天山山脈は、我が国のはるか西方のタクラマカン砂漠の北に連なっている。シルクロードの天山北路、西域南路がこの天山山脈の北と南を通っている。ところで、現在の天山北路がときどき雪氷災害に見舞われるというのは意外だと思われるかも知れない。天山北路は、中国新疆ウイグル自治区の中心都市ウルムチ市とカザフスタンとの国境に近いイリ市を結ぶ途中で天山山脈を越える。そこで冬になると吹雪や雪崩による災害が発生するのである。

2. 共同研究の意義

雪崩は、土石流、火砕流などと同様に一種の重力流である。これらの中で雪崩は、走路上にセンサーを設置して直接内部の様子が測定可能な唯一の現象である。これによって得られた成果は、他の現象の解明にも役立つはずである。

防災科学技術研究所では、これまで未解明の雪崩の内部構造の研究に力をいれてきた。しかし、天然の雪崩を観測するチャンスに恵まれることはまれである。また、我が国で人工雪崩実験を行うとなると、

場所、爆破、人員など多くの困難がともなう。

一方中国では、これまで独自に雪崩研究を進めて来たが、雪崩の運動・衝撃力に関する研究については手がつけられていなかった。今後、幹線道路の流通の増加に伴い、雪崩対策が急務であることから、雪崩の運動・衝撃力の解明が不可欠である。大陸性気候をもつ中国西域では、雪崩の性質も異なると考えられており、その実体の解明は雪崩研究者の関心の的であった。

3. 日中雪崩共同研究

上のような背景から、科学技術庁防災科学技術研究所と中国科学院新疆地理研究所の間で、「山岳雪崩の動的内部構造の解明に関する研究」(科学技術振興調整費個別重要国際共同研究)が平成6年度と7年度に実施された。その中で、今年の1月には日中共同による人工雪崩実験に成功した。実験が行われた新疆地理研究所の天山積雪雪崩観測所は、以前は未開放区であったが、中国側のはからいで今回の共同実験が実現したのであった(図1)。

次にこれまでの経緯と成果について紹介する。

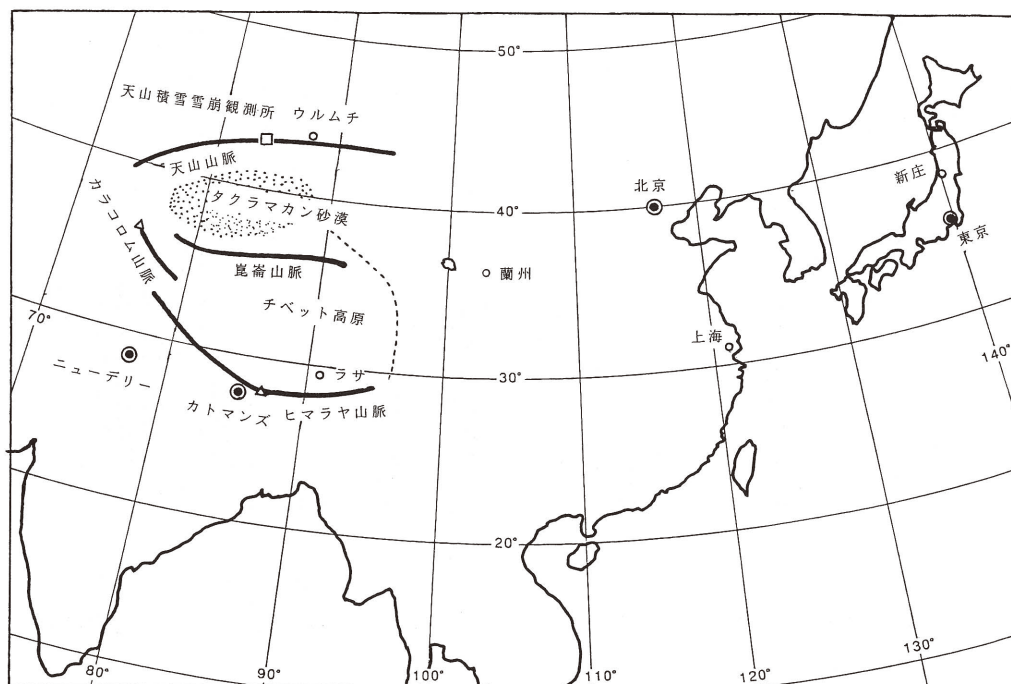


図1 研究実施箇所

3.1 パイロンの輸送

平成6年度に採択されたのを受けて、中国側と連絡を取り合い雪崩衝撃力測定装置を設計した。天山の積雪はさほど深くないことから、各種のセンサーを取り付けるパイロン（槽）の高さは最大5mとした。総重量約1トンであるが、移動の利便性を考慮して4個に分割できるようにした。そして、それを横浜から上海まで船で輸送した。上海からウルムチまでは列車による輸送であった。その距離約4000kmである。そうこうしているうちに天山は早々と積雪で覆われてしまった。

3.2 パイロンの設置

平成7年度には、中国側の手により遅い雪解けを待ってパイロンの設置工事が行われた。これには、機械力を一切使わなかったようである。斜面に数トンの基礎コンクリートを打つのに、数百キロの部品を持ち上げるのにも、人力だけで敢行された。さすがは、万里の長城を築いた人民だと感心させられた。そして平成7年10月、全センサーを取り付け、冬の到来を待った。

3.3 天山の積雪

平成8年1月、本研究所から3人の研究者が天山積雪雪崩観測所を訪問した（図2）。さっそく積雪の断面観測を行い、積雪の成層構造を調べた。しかし、シャベルで積雪の断面を作ろうとすると、積雪内部にあるしもぎらめ雪層のところで崩れてしまった。しもぎらめ雪は、雪面が冷却されて、地面との間の積雪中にできる急な温度勾配により生じるものである。我が国でも見られるが、天山の方が発達が著しい。これだけ脆いしもぎらめ雪層があれば、人工雪崩は爆破のショックで簡単に起こるとふんだ。

3.4 人工雪崩実験

図3は、実験直前のパイロン上でのセンサー取付状況である。中国側は、実験に備えて道路管理局に協力を要請していた。爆破の専門家、ロータリー除雪車のオペレータ、交通整理員など、多くの方々の協力があった。実験当日は、晴天に恵まれた。我々が雪崩衝撃力の測定準備をしている間、爆破グループはダイナマイトを片手に斜面を登っていった。

すべての準備が完了した。爆破の手順についても一度入念な確認を行う。いよいよ導火線に点火だ。

爆破まで20分ぐらいかかるという（この時が一番緊張する）。爆破の音が谷中に響いて、間もなく雪崩が姿を現した。急いで、ビデオカメラを回し、望遠レンズをつけたカメラのシャッターを切る。雪崩は発達しながら流下し、ちょうどパイロンを設置した場所を通過した（図4）。衝撃力は、センサーに圧力がかかると自動的に記録されるように設定してある。成功！

3.5 雪崩の内部構造

雪崩のタイプは煙り型で最大速度は約7m/sであった。雪崩は下方の道路に達しデブリとなって堆積した。さっそく、デブリの形状、密度、雪温などが測定された。雪崩発生直後のデブリ調査例は極めて珍しい。密度と雪温はどれも均一で、造粒された痕跡が全く見られなかった。これは発生区及び滑走区にあった斜面積雪がほぼ完全にかき混ぜられたことを意味する。上で述べたような低温でしかも脆い積



図2 新疆地理研究所天山積雪雪崩観測所



図3 雪崩衝撃力測定装置

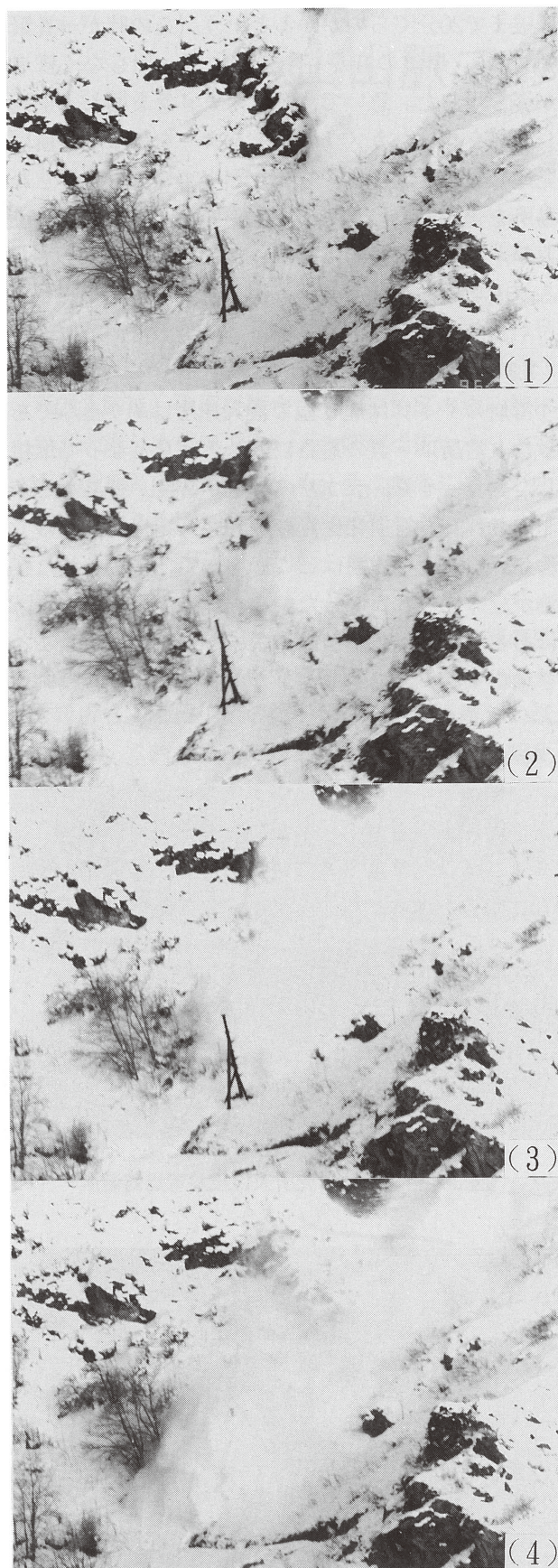


図4 人工雪崩の流下状況

雪が要因であることは間違いない。

得られた衝撃力波形から判断すると、雪崩本体の上部が衝突したことが分かった。そこで、衝撃作用時刻から雪崩本体の形状を推察した。その結果、雪崩本体が波動状となって押し寄せてくること、その前面の形状は上部が斜面の流下方向に迫り出していることが判明した(図5)。模擬物質を用いた雪崩実験によれば、傾斜が急になると雪崩前面が前に迫り出すことが知られていたが、天然斜面での雪崩で確認されたのはこれが最初である。なお、荷重計で測定された最大衝撃圧は27.8kPa(2.8トン/㎡)であった。

以上は雪崩本体部分についてであるが、煙の部分は、図4に見られるようにパイロン頂部に達していることから、その高さは最大約5mであったことが分かる。

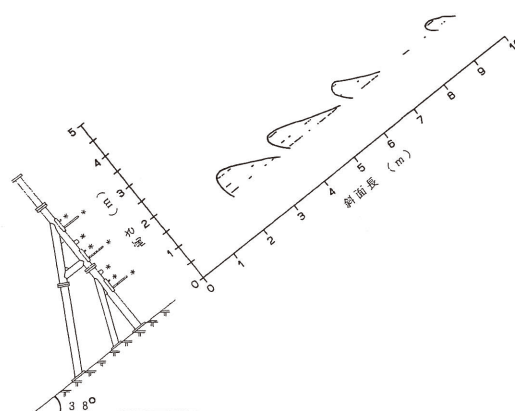


図5 衝撃波形から推測した雪崩本体の形状

横線は衝撃作用時刻を表す。左はパイロンの設置状況。*印はセンサー取り付け位置。

4. おわりに

本研究により、運動中の雪崩の実体が解明された。このような研究が進むにつれて、雪崩の運動・衝撃力の予測や危険度マップの作成に貢献できるのである。なお、中国側でも雪崩研究に対する関心が高まり、独自の予算措置がなされたようである。成果は、平成8年5月仙台で開催された第3回雪工学国際会議で発表され好評を博した。

研究を進めるにあたり、関係各位にお世話になったことを記し謝意を表する。

(新庄雪氷防災研究支所 阿部 修)